

明 細 書

DCモータのコイル温度推定方法、DCモータ制御方法およびそれらの装置

技術分野

[0001] この発明は、温度センサを用いることなく、DCモータのコイル温度を推定する方法、推定されたコイル温度に基づくDCモータ制御方法、およびそれらの装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、空気調和装置においては、モータにより駆動される圧縮機を有しているため、油が希釈して焼付きなどの原因になるというような不都合の発生を防止することが必要であり、このため、予熱運転をどこまで行うかの指標として圧縮機の内部温度を検出することが必要になる。

[0003] そして、この要求を実現するために、圧縮機の内部に熱電対などを挿入して内部温度を測定すると大幅なコストアップを招くので、圧縮機の吐出管温度を検出し、この温度から圧縮機の内部温度を推定することが提案され、実用に供されている。

[0004] 圧縮機の吐出管温度から圧縮機の内部温度を推定する方法を採用した場合には、停止時の予熱運転時などには温度推定誤差が大きくなってしまうという不都合がある。

[0005] この不都合を解消するために、サーミスタを設けて直接に圧縮機の胴体温度を測定することが考えられるが、この場合には、コストアップを招いてしまうことになる。

[0006] モータにより駆動される他の装置においても同様の不都合がある。

[0007] この発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、コストアップを招くことなく、正確にDCモータのコイル温度を推定することができる方法およびその装置を提供することを第1の目的とし、推定された温度に基づいてDCモータを制御する方法およびその装置を提供することを第2の目的としている。

発明の開示

[0008] 第1の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、インバータの出力をDCモータ

に供給するモータ駆動システムにおいて、モータ電流、およびモータ電圧を用いてDCモータのコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗温度特性を用いてコイル温度を推定する方法である。

- [0009] 第2の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、複数のデューティを用いて、デューティ差と電流差とを用いてDCモータのコイルの抵抗を算出する方法である。
- [0010] 第3の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、固定座標系を採用し、電気角を一定に設定して電圧を印加する方法である。
- [0011] 第4の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、少なくとも0.5秒以上同一デューティを保持する方法である。
- [0012] 第5の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、シャント抵抗を用いてモータ電流を検出し、DCモータの運転中よりも低いキャリア周波数でコイルの抵抗を算出する方法である。
- [0013] 第6の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、前記DCモータとして圧縮機のケーシングの内部に設けられて圧縮機を駆動するものを採用する方法である。
- [0014] 第7の態様のDCモータ制御方法は、第1の態様から第6の態様の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの温度を所定温度にする方法である。
- [0015] 第8の態様のDCモータ制御方法は、第1の態様から第6の態様の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの起動までの時間間隔を設定する方法である。
- [0016] 第9の態様のDCモータ制御方法は、第1の態様から第6の態様の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの運転制御方法を設定する方法である。
- [0017] 第10の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、インバータの出力をDCモータに供給するモータ駆動システムにおいて、モータ電流、およびモータ電圧を用いてDCモータのコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗温度特性を用いてコイル温度を推定するコイル温度推定手段を含むものである。

- [0018] 第11の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、複数のデューティーを用いて、デューティー差と電流差とを用いてDCモータのコイルの抵抗を算出するものを採用するものである。
- [0019] 第12の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、固定座標系を採用し、電気角を一定に設定して電圧を印加するものを採用するものである。
- [0020] 第13の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、少なくとも0.5秒以上同一デューティーを保持するものを採用するものである。
- [0021] 第14の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、シャント抵抗を用いてモータ電流を検出し、DCモータの運転中よりも低いキャリア周波数でコイルの抵抗を算出するものを採用するものである。
- [0022] 第15の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記DCモータとして、圧縮機のケーシングの内部に設けられて圧縮機を駆動するものを採用するものである。
- [0023] 第16の態様のDCモータ制御装置は、第10の態様から第15の態様の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの温度を所定温度にする制御手段を含むものである。
- [0024] 第17の態様のDCモータ制御装置は、第10の態様から第15の態様の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの起動までの時間間隔を設定する制御手段を含むものである。
- [0025] 第18の態様のDCモータ制御装置は、第10の態様から第15の態様の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの運転制御方法を設定する制御手段を含むものである。
- [0026] 第19の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、インバータに含まれるトランジスタ、ダイオードによる電圧降下を補正してコイルの抵抗を算出する方法である。
- [0027] 第20の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、キャリブレーションにより得られる値を用いてコイル温度を推定するに当たって、電源線の抵抗値に基づく補正を行う方法である
- 第21の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、DCモータのロータ位置を検出

し、検出されたロータ位置からインダクタンスを算出し、算出したインダクタンスに対応させて、コイルの抵抗から算出されたコイル温度を補正する方法である。

[0028] 第22の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、前記モータ電流の検出を、ON時間もしくはOFF時間の中央で行う方法である。

[0029] 第23の態様のDCモータのコイル温度推定方法は、前記モータ電流の検出を、PAM回路を用いて所定電圧を出力している状態において行う方法である。

[0030] 第24の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、インバータに含まれるトランジスタ、ダイオードによる電圧降下を補正してコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗からコイルの温度を推定するものを採用するものである。

[0031] 第25の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、キャリブレーションにより得られる値を用いてコイル温度を推定するに当たって、電源線の抵抗値に基づく補正を行うものを採用するものである。

[0032] 第26の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、DCモータのロータ位置を検出し、検出されたロータ位置からインダクタンスを算出し、算出したインダクタンスに対応させて、コイルの抵抗から算出されたコイル温度を補正するものを採用するものである。

[0033] 第27の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、前記モータ電流の検出を、ON時間もしくはOFF時間の中央で行うものを採用するものである。

[0034] 第28の態様のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、前記モータ電流の検出を、PAM回路を用いて所定電圧を出力している状態において行うものを採用するものである。

[0035]

第1の態様の発明は、温度センサを用いることなく、コイル温度を高精度に推定することができるという特有の効果を奏する。

[0036] 第2の態様の発明は、ゼロ点を通る保証がない場合でも、抵抗を正確に算出することができ、ひいては、コイル温度の推定精度を高めることができるという特有の効果を

奏する。

- [0037] 第3の態様の発明は、演算誤差を少なくすることができるほか、第1の態様または第2の態様と同様の効果を奏する。
- [0038] 第4の態様の発明は、平均化処理などにより精度を高めることができるほか、第2の態様と同様の効果を奏する。
- [0039] 第5の態様の発明は、算出精度を高めることができるほか、第1の態様から第4の態様の何れかと同様の効果を奏する。
- [0040] 第6の態様の発明は、圧縮機の内部温度を推定することができるほか、第1の態様から第5の態様の何れかと同様の効果を奏する。
- [0041] 第7の態様の発明は、起動前にDCモータの温度を正確に所定温度にすべくDCモータを制御することができるという特有の効果を奏する。
- [0042] 第8の態様の発明は、DCモータを起動するためのリトライ用に時間間隔を正確に設定することができるという特有の効果を奏する。
- [0043] 第9の態様の発明は、DCモータを起動するためのリトライ用に運転制御方法を設定することができるという特有の効果を奏する。
- [0044] 第10の態様の発明は、温度センサを用いることなく、コイル温度を高精度に推定することができるという特有の効果を奏する。
- [0045] 第11の態様の発明は、ゼロ点を通る保証がない場合でも、抵抗を正確に算出することができ、ひいては、コイル温度の推定精度を高めることができるという特有の効果を奏する。
- [0046] 第12の態様の発明は、演算誤差を少なくすることができるほか、第10の態様または第11の態様と同様の効果を奏する。
- [0047] 第13の態様の発明は、平均化処理などにより精度を高めることができるほか、第11の態様と同様の効果を奏する。
- [0048] 第14の態様の発明は、算出精度を高めることができるほか、第10の態様から第13の態様の何れかと同様の効果を奏する。
- [0049] 第15の態様の発明は、圧縮機の内部温度を推定することができるほか、第10の態

様から第14の態様の何れかと同様の効果を奏する。

- [0050] 第16の態様の発明は、起動前にDCモータの温度を正確に所定温度にすべくDCモータを制御することができるという特有の効果を奏する。
- [0051] 第17の態様の発明は、DCモータを起動するためのリトライ用に時間間隔を正確に設定することができるという特有の効果を奏する。
- [0052] 第18の態様の発明は、DCモータを起動するためのリトライ用に運転制御方法を設定することができるという特有の効果を奏する。
- [0053] 第19の態様の発明は、推定精度を高めることができるほか、第1の態様から第6の態様の何れかと同様の効果を奏する。
- [0054] 第20の態様の発明は、推定精度を高めることができるほか、第1の態様と同様の効果を奏する。
- [0055] 第21の態様の発明は、推定精度を高めることができるほか、第19の態様と同様の効果を奏する。
- [0056] 第22の態様の発明は、平均電流を検出していない場合であっても電流検出の精度低下を抑制することができるほか、第1の態様から第6の態様の何れかと同様の効果を奏する。
- [0057] 第23の態様の発明は、チョッピング音をなくすることができるほか、第1の態様から第6の態様の何れかと同様の効果を奏する。
- [0058] 第24の態様の発明は、推定精度を高めることができるほか、第10の態様から第15の態様の何れかと同様の効果を奏する。
- [0059] 第25の態様の発明は、推定精度を高めることができるほか、第10の態様と同様の効果を奏する。
- [0060] 第26の態様の発明は、推定精度を高めることができるほか、第24の態様と同様の効果を奏する。
- [0061] 第27の態様の発明は、平均電流を検出していない場合であっても電流検出の精度低下を抑制することができるほか、第10の態様から第15の態様の何れかと同様の効果を奏する。
- [0062] 第28の態様の発明は、チョッピング音をなくすることができるほか、第10の態様から

第15の態様の何れかと同様の効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0063] [図1]DCモータ駆動装置を概略的に示すブロック図である。
- [0064] [図2]インバータ制御部の他の構成を示すブロック図である。
- [0065] [図3]温度推定部6における処理の一例を説明するフローチャートである。
- [0066] [図4]直流電流供給の一例を示す図である。
- [0067] [図5]デューティ比を変化させて、各デューティ比に対応させて直流電流値を測定することを説明する図である。
- [0068] [図6]測定された複数の直流電流値と対応する電圧値とに基づいて電圧電流特性を得、得られた電圧電流特性の傾きをコイル抵抗として算出することを説明する図である。
- [0069] [図7]算出されたコイル抵抗を予め得られている抵抗温度特性に適用することにより正確なコイル温度を得ることを説明する図である。
- [0070] [図8]温度推定部の構成を示すブロック図である。
- [0071] [図9]デューティを変化させることなくキャリア周波数を1/5にした状態を示す波形図である。
- [0072] [図10]直流電流値の測定のシミュレーションのために電流をオンにすることを説明する図である。
- [0073] [図11]直流電流波形を示す図である。
- [0074] [図12]温度推定値(温度実測値)を用いてモータ温度を所定温度(目標温度)に制御するための構成を示すブロック図である。
- [0075] [図13]圧縮機停止時におけるモータ温度の制御方法を説明するフローチャートである。
- [0076] [図14]圧縮機停止から再起動までの処理の一例を説明するフローチャートである。
- [0077] [図15]トランジスタ、ダイオードの電圧降下を補正する処理を説明するフローチャートである。
- [0078] [図16]電流経路の一例を示す図である。
- [0079] [図17]トランジスタ、ダイオードの定格特性の一例を示す図である。

[0080] [図18]ロータ位置により定まるインダクタンスに基づく温度補正を説明するフローチャートである。

[0081] [図19]インダクタンスと算出温度との関係の一例を示す図である。

[0082] [図20]コイル温度測定時の電流波形の一例を示す図である。

[0083] [図21]PAM回路を用いるモータ駆動装置の一例を示す電気回路図である。

発明を実施するための最良の形態

[0084] 以下、添付図面を参照して、この発明のDCモータのコイル温度推定方法、DCモータ制御方法およびそれらの装置の実施の形態を詳細に説明する。

[0085] 図1はDCモータ駆動装置を概略的に示すブロック図である。

[0086] このDCモータ駆動装置は、3相交流電源1を入力とするコンバータ2と、コンバータ2の直流出力を入力とするインバータ3と、インバータ3の交流出力が供給されるDCモータ4と、DCモータ4の回転子の磁極位置を基準としてインバータ3を制御するインバータ制御部5とを有している。そして、DCモータ4のコイル温度を推定する温度推定部6を有している。

[0087] 図2はインバータ制御部5の他の構成を示すブロック図である。

[0088] このインバータ制御部5は、インバータ3の直流側の電流と、インバータ3の直流側の電圧の分圧電圧とを入力として、インバータ3の各スイッチングトランジスタを制御するPWM指令を出力する。より具体的には、DCモータの運動は電流、電圧、回転角度、機器定数からなるdq軸モデルで記述されるので、このモデルをもとに、実測電流、電圧、機器定数から回転角度を算出することができ、その角度に応じたPWM指令を出力してインバータ3に供給することにより、DCモータを効率よく駆動することができる。したがって、この場合には、DCモータ4の回転子の磁極位置を受け取る必要がない。

[0089] 図3は温度推定部6における処理の一例を説明するフローチャートである。

ステップSP1において、インバータ3を制御して直流電流を出力してDCモータ4に供給し、ステップSP2において、直流電流値を測定し、ステップSP3において、既知の直流電圧値と測定した直流電流値とからDCモータ4のコイル抵抗値を算出し、ステップSP4において、算出されたコイル抵抗値と予め測定されている抵抗温度特性と

から温度を算出する。

[0090] 具体的には、例えば図4に示すように、インバータ3のu相の+側のスイッチングトランジスタとv相の-側のスイッチングトランジスタとをオンにしてDCモータ4の、Y結線されたu相コイルおよびv相コイルに直流電流を供給する。

[0091] この場合に、DCモータ4の回転子が回転しないように直流電流を設定することが好ましい。

[0092] このように直流電流が設定されれば、例えばオームの法則に基づく演算を行ってコイル抵抗値(2相分のコイルが直列接続された抵抗値)を算出することができ、算出されたコイル抵抗値(具体的には、算出されたコイル抵抗値の1/2)を予め測定されている抵抗温度特性に適用することによって、コイル温度を得ることができる。

[0093] 以上の説明は、電圧電流特性がゼロ点を通るとの仮定に基づいている。しかし、実際には、電圧電流特性がゼロ点を通るとは限らず、ゼロ点を通らない場合には、上述のようにしてコイル抵抗値を算出すると誤差を含むことになってしまう。

[0094] このような不都合の発生を未然に防止するためには、例えば図5に示すように、デューティ比を変化させて、各デューティ比に対応させて直流電流値を測定する。そして、測定された複数の直流電流値と対応する電圧値(例えば、 $V_0 \times \text{デューティ比}$)とに基づいて電圧電流特性を得、得られた電圧電流特性の傾きをコイル抵抗として算出する(図6参照)。次いで、算出されたコイル抵抗を予め得られている抵抗温度特性に適用することにより正確なコイル温度を得ることができる(図7参照)。

[0095] 図8は上記の処理を行なうための温度推定部6の構成を示すブロック図である。

[0096] この温度制御部6は、図5に示すように電流、電圧をステップ状に変化させて得られる電流の変化量 ΔI および電圧の変化量 ΔV を入力として $\Delta V / \Delta I$ の演算を行って抵抗値 R を算出する抵抗値算出部6aと、算出された抵抗値 R を入力として、予め設定された温度-抵抗特性を用いて温度を得、推定温度として出力する温度テーブル6bとを有している。

[0097] また、これらの場合において、各デューティ比の継続時間を0.5秒以上に設定することが好ましく、平均化処理を施すことによって、直流電流値の精度を高めることができる。

- [0098] さらに、前記の場合において、電圧の印加を回転座標系で行うこと、固定座標系で行うことが可能であるが、固定座標系で、しかも電気角一定で行うことが好ましく、座標変換などに起因する演算誤差を少なくすることができる。
- [0099] また、騒音の観点からみれば、キャリア周波数を上げる方が騒音を小さくできるので、キャリア周波数を上げることが好ましく、具体的には、1000Hz以上にすることが好ましい。
- [0100] さらにまた、前記の場合において、直流電流の検出をシャント抵抗を用いて行うことが可能であるが、この場合には、DCモータ4の運転中よりも低いキャリア周波数を採用して直流電流の検出(推定)を行うことにより、直流電流の検出精度を向上させることができる。
- [0101] さらに説明すると、一般に空調機で使われているようなDCモータの仕様では、高効率狙いのため、抵抗値は非常に小さくなっている。そのため、抵抗値測定では非常にデューティの小さな条件となる。したがって、シャント抵抗での電流測定では、最小時間制限にかからないようにキャリア周波数を下げる必要があり、DCモータ4の運転中よりも低いキャリア周波数を採用して直流電流の検出(推定)を行うことにより、直流電流の検出精度を向上させることができる。
- [0102] ただし、騒音の観点からみれば、キャリア周波数を上げる方が騒音を小さくできるので、シャント抵抗での電流測定に代えてDCCTを用いる電流測定を採用することが好ましく、キャリア周波数を上げて騒音を小さくすることができる。
- [0103] 例えば、図9中(A)に対して、デューティを一定に保持したままでキャリア周波数を1/5にすれば、図9中(B)に示すように、ON時間が長くなり、最小制限幅以上になる。
- [0104] 次いで、直流電流値の測定のシミュレーションの一例を説明する。
- [0105] T周期において、例えば図10に示すように、u相電圧、v相電圧、w相電圧を設定すれば、これらの設定電圧に応じて電流をオンにすることができる。ここで、電流がオンの期間についてみれば、u相電圧がオフ、v相電圧がオンであり、w相電圧がオンとオフとである。ただし、w相電圧のオンとオフとの期間は短時間であるから、オフとみ

なしてもよい。

[0106] そして、 $T/2$ 周期分の電流波形は、例えば図11に示すように、電流がオンの期間に電流値が増加し、他の期間に電流値が徐々に減少する波形となる。

したがって、 $T/2$ 周期分の電流波形に基づく平均値を算出することにより、直流電流の測定値を得ることができる。

また、上記のコイル抵抗の算出においては、ダイオード、スイッチングトランジスタにおける電圧降下を無視しているが、これらの電圧降下を考慮することによって、コイル抵抗の算出精度を高めることができる。

さらに、上記のDCモータ4が、圧縮機のケーシングの内部に收容されて圧縮機を駆動するものである場合には、コイル温度が圧縮機の内部温度とほぼ等しいことを考慮すれば、簡単に圧縮機の内部温度を得ることができる。

[0107] 図12は温度推定値(温度実測値)を用いてモータ温度を所定温度(目標温度)に制御するための構成を示すブロック図であり、目標温度と実測温度との差を算出する減算部71と、算出された差温度を入力としてPI制御またはオンオフ制御を行なってW指令(ワット指令)を出力する制御部72と、W指令を入力として動作することにより熱量を発生するヒータ73と、ヒータ73により昇温されるDCモータ74とを有している。

[0108] したがって、DCモータ74の温度を目標温度にすることができる。

[0109] 図13は圧縮機停止時におけるモータ温度の制御方法を説明するフローチャートである。

[0110] ステップSP1において、実測温度が閾値よりも低いかなかを判定し、実測温度が閾値よりも低いと判定された場合には、ステップSP2において、ヒータをオンにし(ヒータに通電し)、ステップSP3において、一定時間が経過すれば、再びステップSP1の判定を行なう。

[0111] ステップSP1において、実測温度が閾値以上であると判定された場合には、再びステップSP1の判定を行なう。

[0112] したがって、DCモータの温度を閾値に制御することができる。

[0113] 図14は圧縮機停止から再起動までの処理の一例を説明するフローチャートである。

- [0114] ステップSP1において、実測温度が閾値よりも低いかな否かを判定し、実測温度が閾値よりも低いと判定された場合には、ステップSP2において、圧縮機の吐出管温度目標値上限を低下させ、ステップSP3において、再起動を行なう。
- [0115] したがって、例えば、異常加熱によって圧縮機が停止した場合には、圧縮機の吐出管温度目標値上限を低下させることにより運転エリアを狭くして、異常加熱が発生しないようにし、この状態で再起動することができる。
- [0116] また、圧縮機が吐出管温度異常で停止した場合には、DCモータのコイル温度を測定することにより、圧縮機の内部が異常加熱で危険な状態かな否かを判断することができるので、判断結果に応じて再起動までのタイミングを設定することにより、異常加熱での損傷を回避することができる。
- [0117] 図15は、トランジスタ、ダイオードの電圧降下を補正する処理の一例を説明するフローチャートである。
- [0118] ステップSP1において、例えば、図16に示すように、インバータのV相の上アームのトランジスタ、およびU相の下アームのトランジスタを導通させてDCモータの固定子巻線に通電し、この状態において電流値を計測する。
- [0119] ステップSP2において、計測した電流値、および図17中に(A)(B)で示す定格特性を用いてトランジスタ、ダイオードの電圧降下 V_t 、 V_d を算出する。
- [0120] ステップSP3において、DC電圧にデューティ比を乗算して補正前の電圧 V_0 を算出する。
- [0121] ステップSP4において、補正前の電圧 V_0 からトランジスタ、ダイオードの電圧降下 V_t 、 V_d を減算してインバータの出力電圧を算出する。
- [0122] 以上のようにして、正確なインバータ出力電圧が得られた後は、上述のようにコイル抵抗を精度よく算出し、ひいてはコイル温度を精度よく推定することができる。
- [0123] また、測定された(あるいは算出された)コイル抵抗値 R からコイル温度 T を算出する場合には、キャリブレーションによって決まる定数 a 、 b を用いて $T=a \times R + b$ の演算を行えばよい。
- [0124] ここで、キャリブレーション時の温度を t_0 、キャリブレーション時の測定抵抗値を R_0 、機種毎に異なる定数を α 、電源線の抵抗値(カタログ値、測定値など)を β とした場

合には、

$$a = \{1 / (R_{t_0} - \beta)\} \{ (1 / \alpha) + (t_0 - 20) \}$$

$$b = t_0 - a \times R_{t_0}$$

を採用することが好ましく、電源線の抵抗値の影響を補正して、温度推定精度を高めることができる。

[0125] 図18はインダクタンス値を補正して温度推定を行う処理の一例を説明するフローチャートである。

[0126] ステップSP1において、従来公知の方法を採用してDCモータのロータ位置を検出する。

[0127] ステップSP2において、検出したロータ位置から、従来公知の方法を採用して温度検知に使用する相のインダクタンスLを算出する。

[0128] ステップSP3において、図19に示すような、インダクタンスLと算出温度との関係を用いて、予めインダクタンスLによる温度補正值 ΔT を求めておき、抵抗値のみから求めた温度を T_0 とすると、 $T_0 + \Delta T$ の演算を行って温度を算出する。

[0129] ロータの内部に永久磁石を埋め込んでなるDCモータ、SRMモータなどでは、インダクタンスLが大きくなると電流振幅が小さくなり、インダクタンスLが小さくなると電流振幅が大きくなるように、インダクタンスLが電流値に影響を及ぼし、定格特性上の動作点の変動した状態になるので、上述のように補正処理を行うことにより、温度推定精度を高めることができる。

[0130] さらに、上記の電流値の検出に当たっては、例えば、図20に示すように、ON時間もしくはOFF時間の中央(例えば、ON時間の1/2の時点もしくはOFF時間の1/2の時点)で電流測定を行うことが好ましい。

[0131] この電流測定の測定は、平均電流を測定していない場合に有効であり、電流測定のばらつきを大幅に抑制することができる。

[0132] さらにまた、図21に示すように、PAM回路を用いて5V程度の電圧を出力することによって、インバータのトランジスタのスイッチングを行うことなく電流測定を行うことが好ましく、チョッピング音の発生を防止することができる。

請求の範囲

- [1] インバータの出力をDCモータに供給するモータ駆動システムにおいて、モータ電流、およびモータ電圧を用いてDCモータのコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗温度特性を用いてコイル温度を推定することを特徴とするDCモータのコイル温度推定方法。
- [2] 複数のデューティーを用いて、デューティー差と電流差とを用いてDCモータのコイルの抵抗を算出する請求項1に記載のDCモータのコイル温度推定方法。
- [3] 固定座標系を採用し、電気角を一定に設定して電圧を印加する請求項1または請求項2に記載のDCモータのコイル温度推定方法。
- [4] 少なくとも0.5秒以上同一デューティーを保持する請求項2に記載のDCモータのコイル温度推定方法。
- [5] シャント抵抗を用いてモータ電流を検出し、DCモータの運転中よりも低いキャリア周波数でコイルの抵抗を算出する請求項1から請求項4の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定方法。
- [6] 前記DCモータは、圧縮機のケーシングの内部に設けられて圧縮機を駆動するものである請求項1から請求項5の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定方法。
- [7] 請求項1から請求項6の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの温度を所定温度にすることを特徴とするDCモータ制御方法。
- [8] 請求項1から請求項6の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの起動までの時間間隔を設定することを特徴とするDCモータ制御方法。
- [9] 請求項1から請求項6の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの運転制御方法を設定することを特徴とするDCモータ制御方法。
- [10] インバータ(3)の出力をDCモータ(4)に供給するモータ駆動システムにおいて、モータ電流、およびモータ電圧を用いてDCモータ(4)のコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗温度特性を用いてコイル温度を推定するコイル温度推定手段(6)を含むことを特徴とするDCモータのコイル温度推定装置。
- [11] 前記コイル温度推定手段(6)は、複数のデューティーを用いて、デューティー差と電流差とを用いてDCモータ(4)のコイルの抵抗を算出するものである請求項10に記載

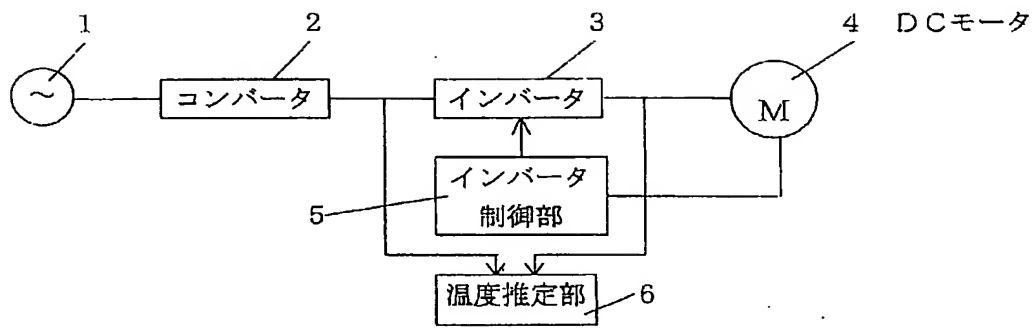
のDCモータのコイル温度推定装置。

- [12] 前記コイル温度推定手段(6)は、固定座標系を採用し、電気角を一定に設定して電圧を印加するものである請求項10または請求項11に記載のDCモータのコイル温度推定装置。
- [13] 前記コイル温度推定手段(6)は、少なくとも0.5秒以上同一デューティを保持するものである請求項11に記載のDCモータのコイル温度推定装置。
- [14] 前記コイル温度推定手段(6)は、シャント抵抗を用いてモータ電流を検出し、DCモータの運転中よりも低いキャリア周波数でコイルの抵抗を算出するものである請求項10から請求項13の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定装置。
- [15] 前記DCモータ(4)は圧縮機のケーシングの内部に設けられて圧縮機を駆動するものである請求項10から請求項14の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定装置。
- [16] 請求項10から請求項15の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの温度を所定温度にする制御手段を含むことを特徴とするDCモータ制御装置。
- [17] 請求項10から請求項15の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの起動までの時間間隔を設定する制御手段を含むことを特徴とするDCモータ制御装置。
- [18] 請求項10から請求項15の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの運転制御方法を設定する制御手段を含むことを特徴とするDCモータ制御装置。
- [19] インバータに含まれるトランジスタ、ダイオードによる電圧降下を補正してコイルの抵抗を算出する請求項1から請求項6の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定方法。
- [20] キャリブレーションにより得られる値を用いてコイル温度を推定するに当たって、電源線の抵抗値に基づく補正を行う請求項1に記載のDCモータのコイル温度推定方法。
- [21] DCモータのロータ位置を検出し、検出されたロータ位置からインダクタンスを算出し

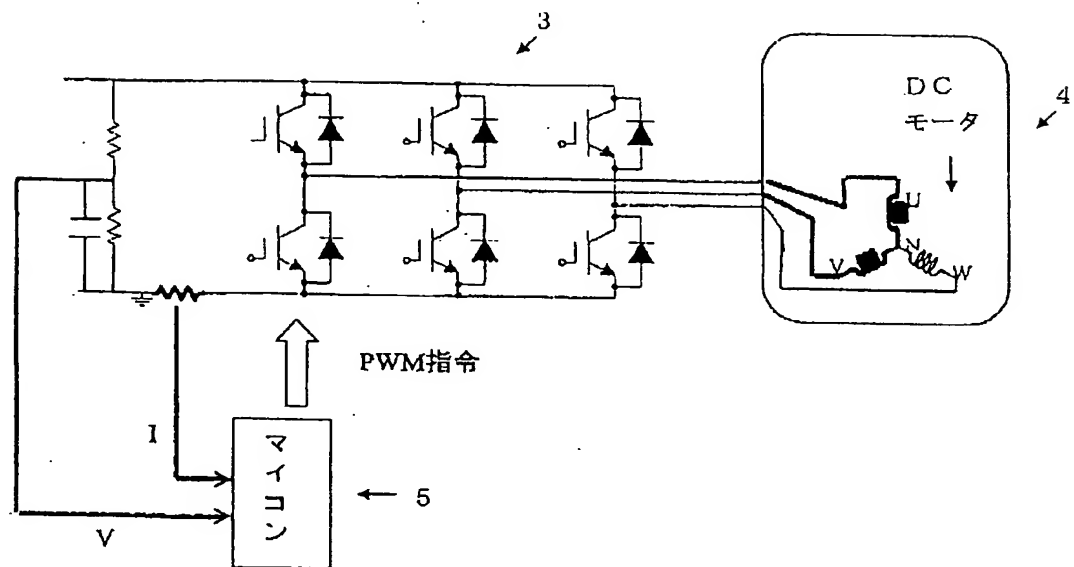
、算出したインダクタンスに対応させて、コイルの抵抗から算出されたコイル温度を補正する請求項19に記載のDCモータのコイル温度推定方法。

- [22] 前記モータ電流の検出を、ON時間もしくはOFF時間の中央で行う請求項1から請求項6の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定方法。
- [23] 前記モータ電流の検出を、PAM回路を用いて所定電圧を出力している状態において行う請求項1から請求項6の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定方法。
- [24] 前記コイル温度推定手段(6)は、インバータに含まれるトランジスタ、ダイオードによる電圧降下を補正してコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗からコイルの温度を推定するものである請求項10から請求項15の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定装置。
- [25] 前記コイル温度推定手段(6)は、キャリブレーションにより得られる値を用いてコイル温度を推定するに当たって、電源線の抵抗値に基づく補正を行うものである請求項10に記載のDCモータのコイル温度推定装置。
- [26] 前記コイル温度推定手段(6)は、DCモータのロータ位置を検出し、検出されたロータ位置からインダクタンスを算出し、算出したインダクタンスに対応させて、コイルの抵抗から算出されたコイル温度を補正するものである請求項10に記載のDCモータのコイル温度推定装置。
- [27] 前記コイル温度推定手段(6)は、前記モータ電流の検出を、ON時間もしくはOFF時間の中央で行うものである請求項10から請求項15の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定装置。
- [28] 前記コイル温度推定手段(6)は、前記モータ電流の検出を、PAM回路を用いて所定電圧を出力している状態において行うものである請求項10から請求項15の何れかに記載のDCモータのコイル温度推定装置。

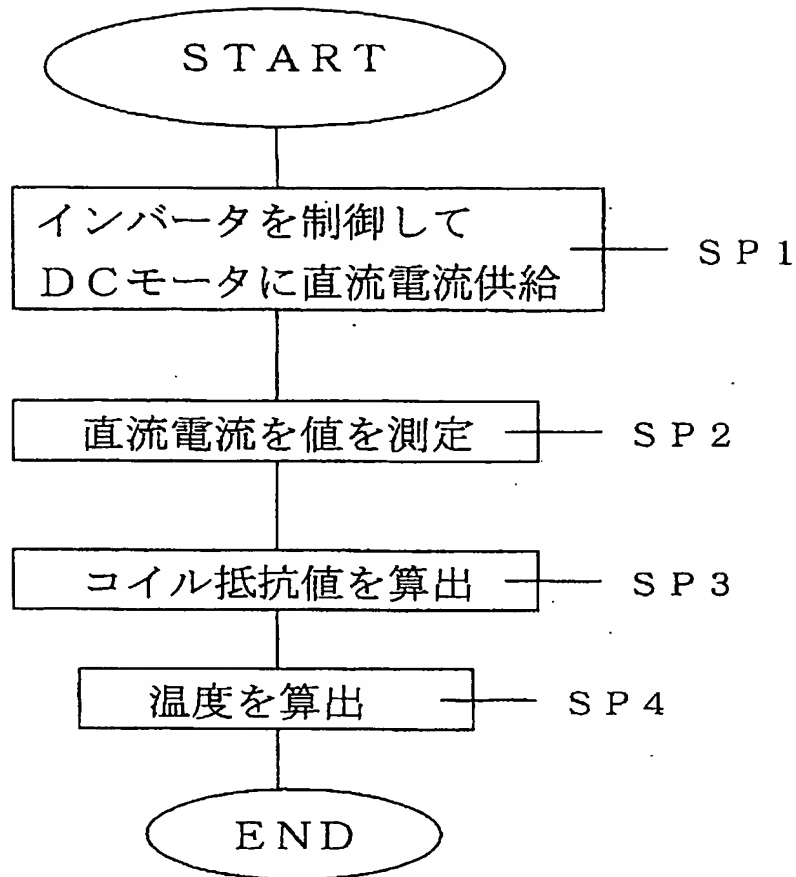
[図1]



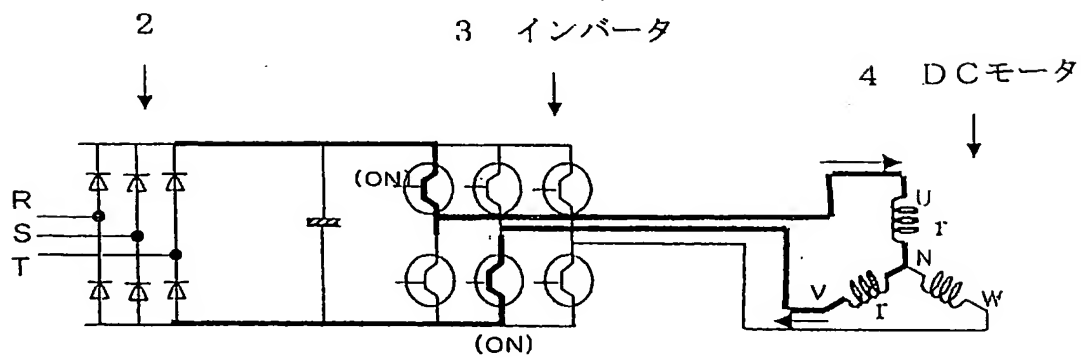
[図2]



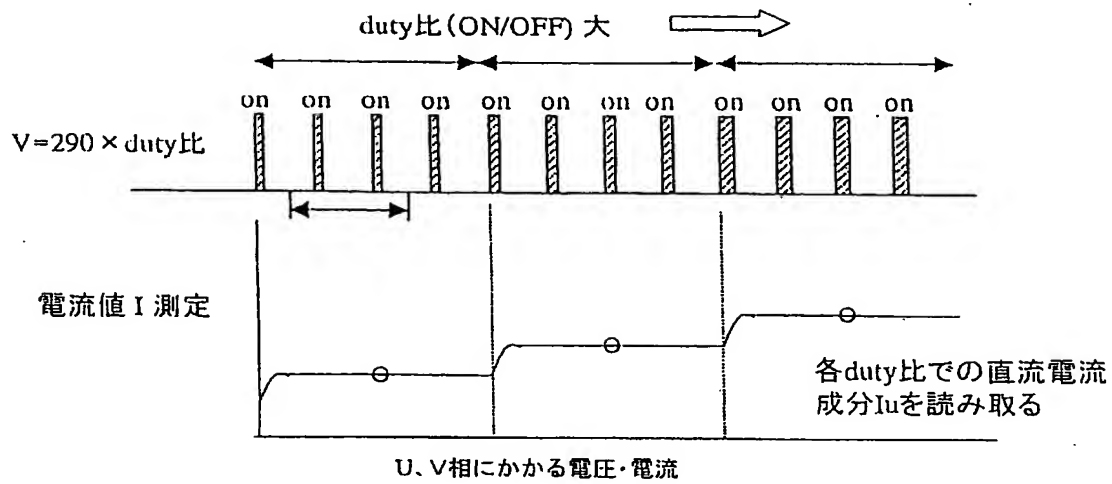
[図3]



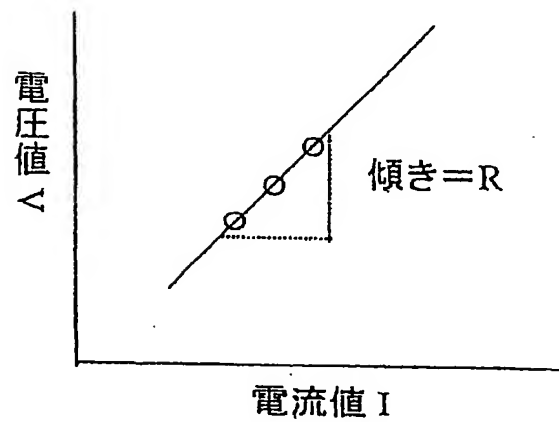
[図4]



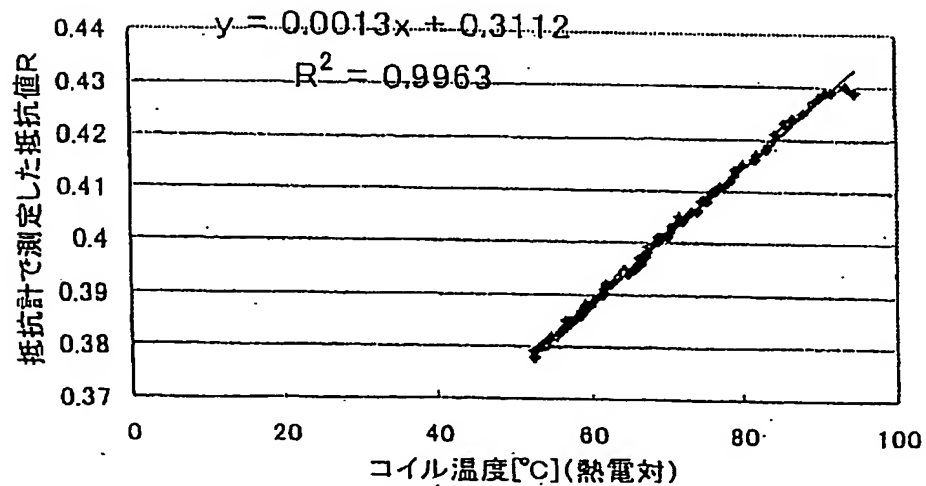
[図5]



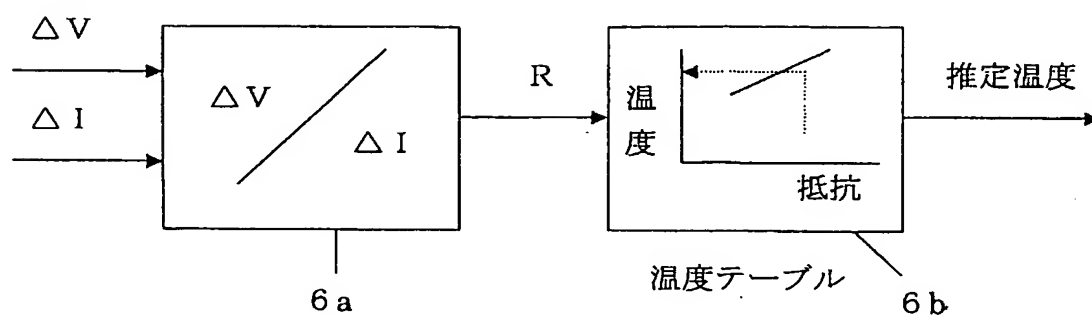
[図6]



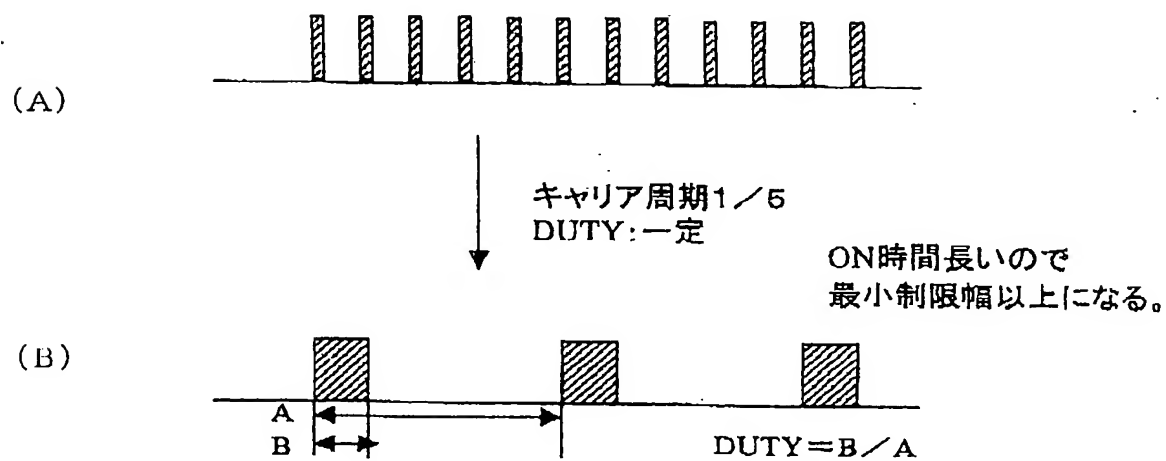
[図7]



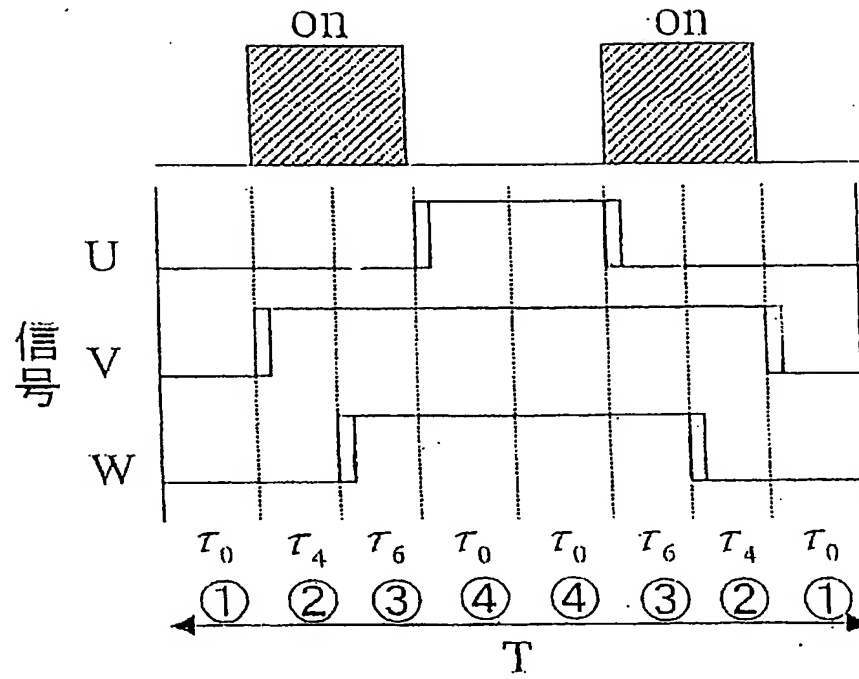
[図8]



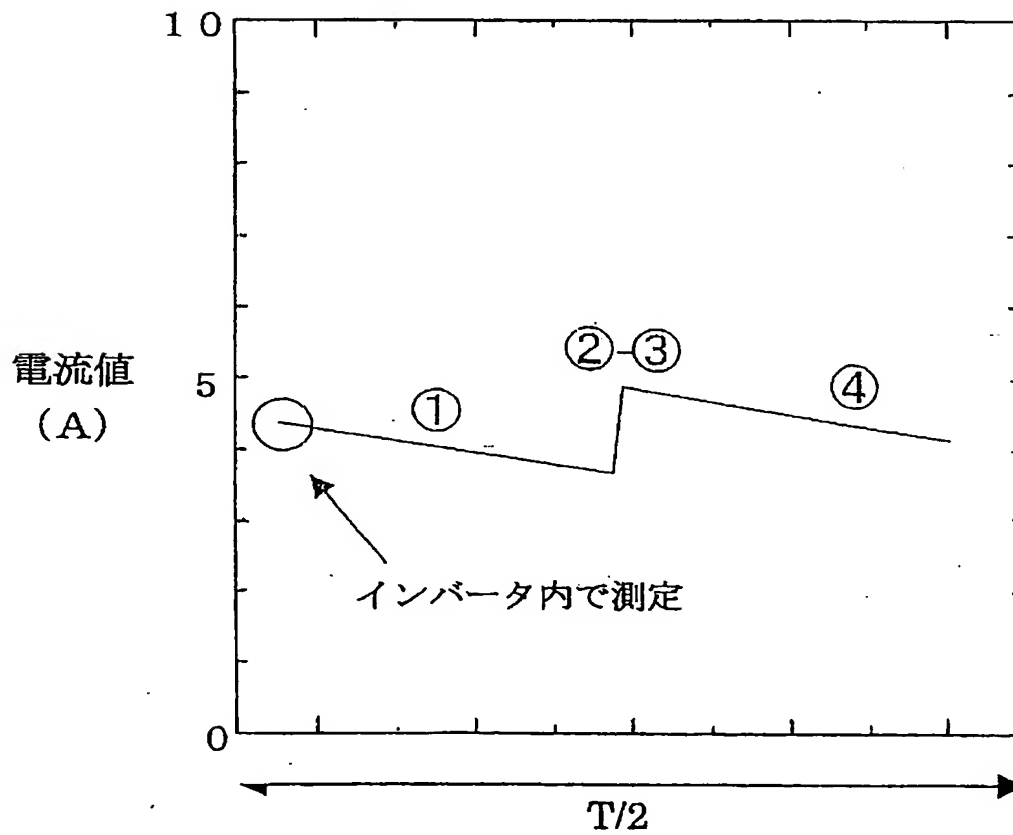
[図9]



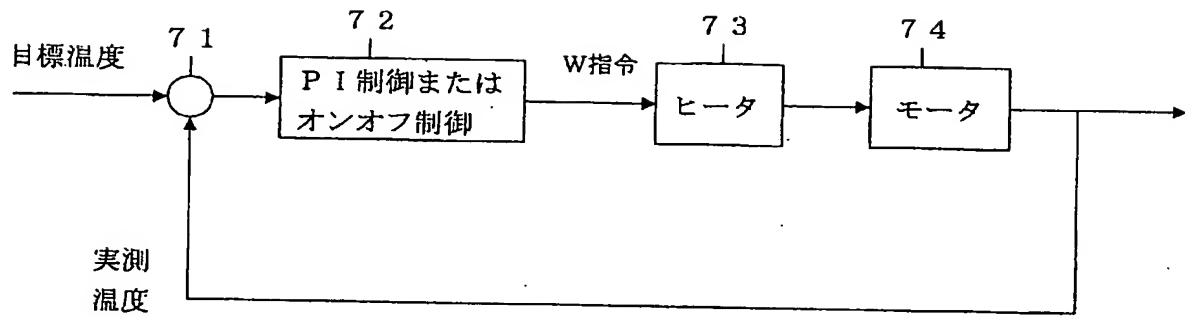
[図10]



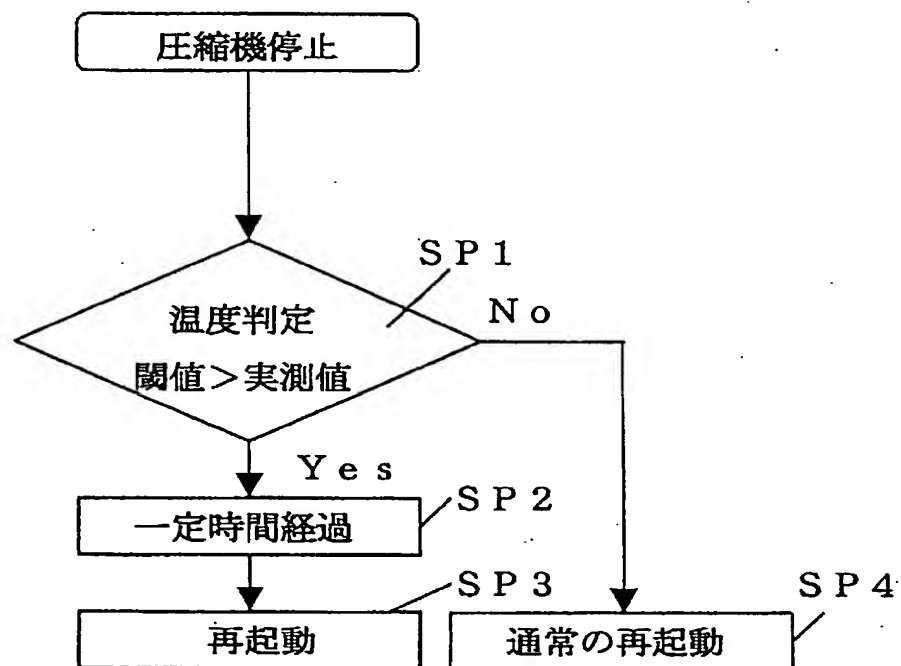
[図11]



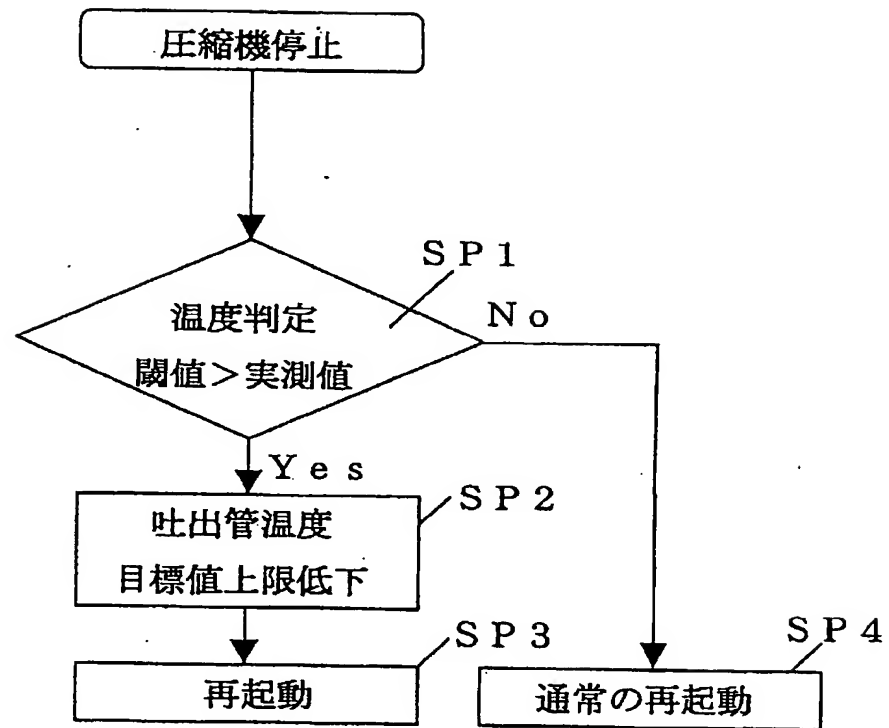
[図12]



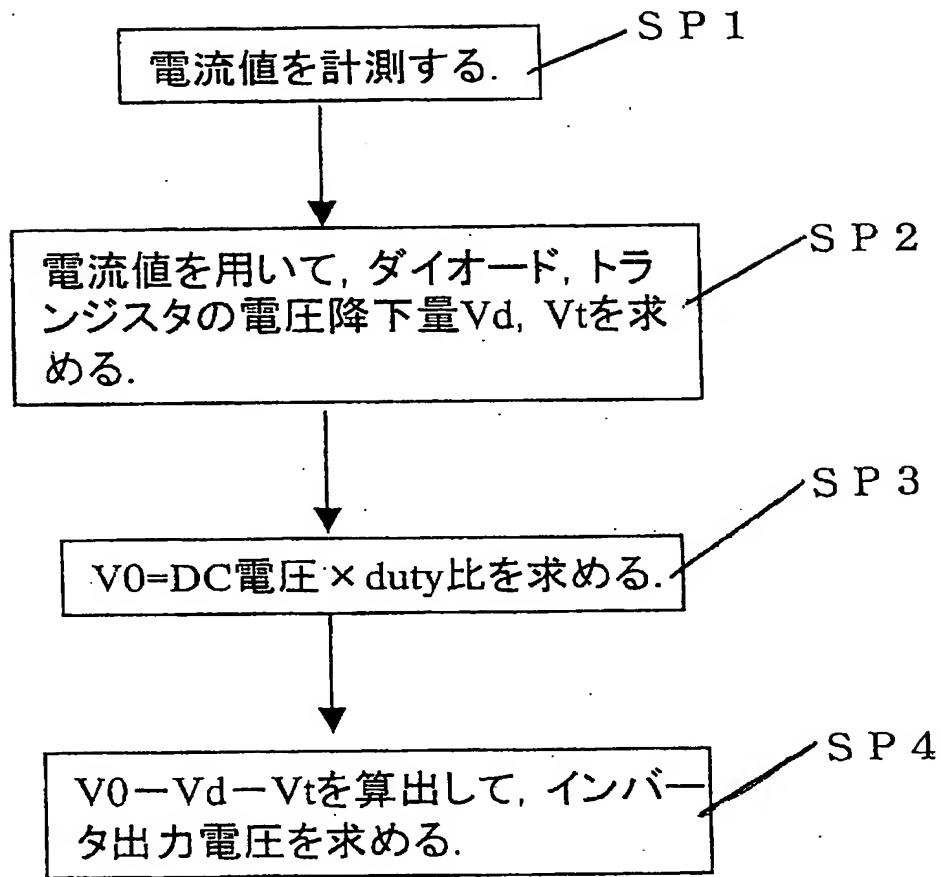
[図13]



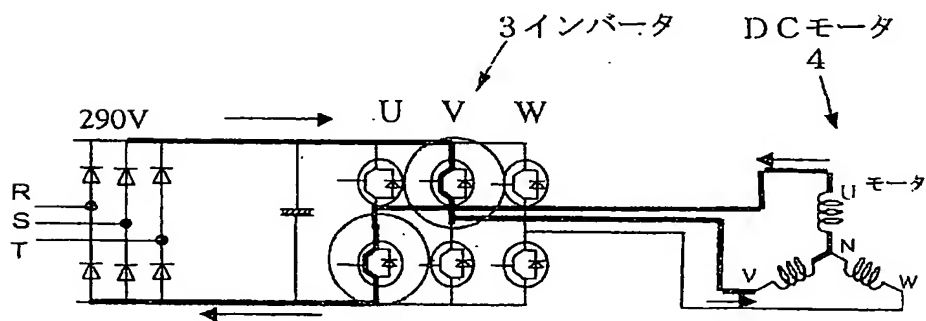
[図14]



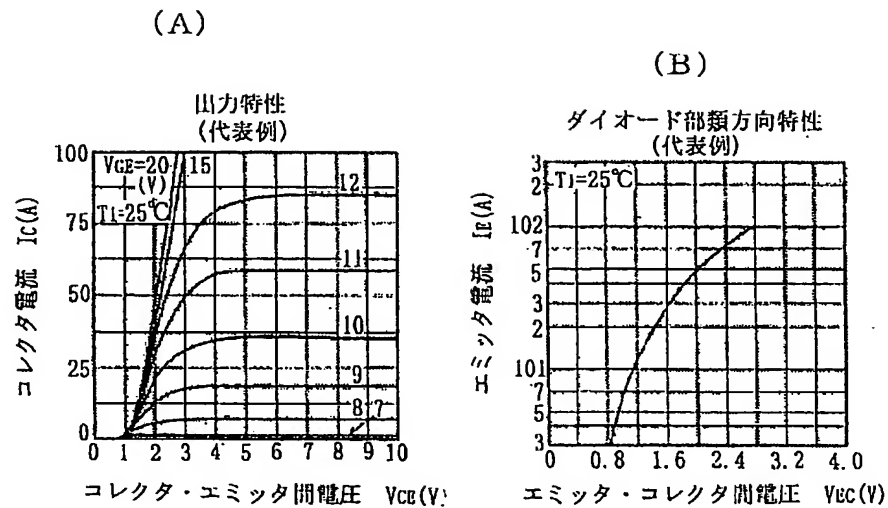
[図15]



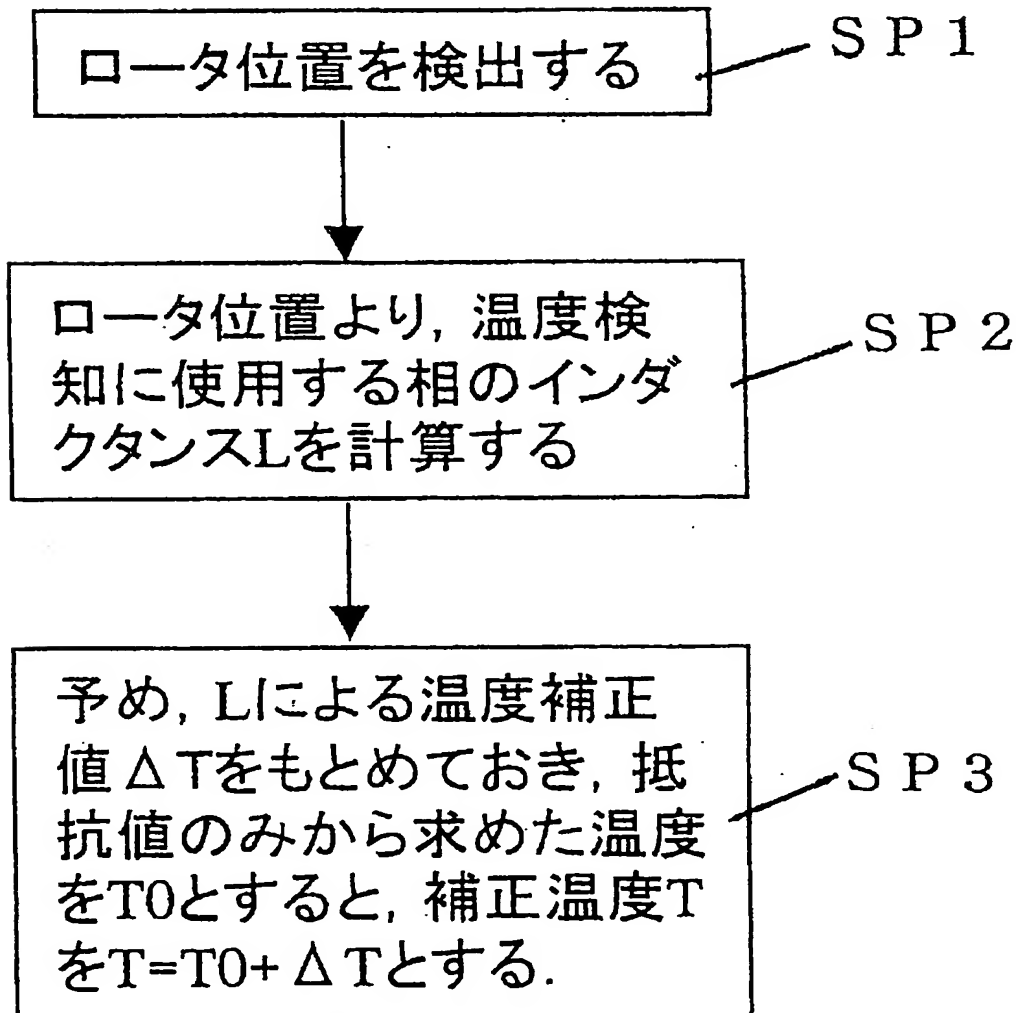
[図16]



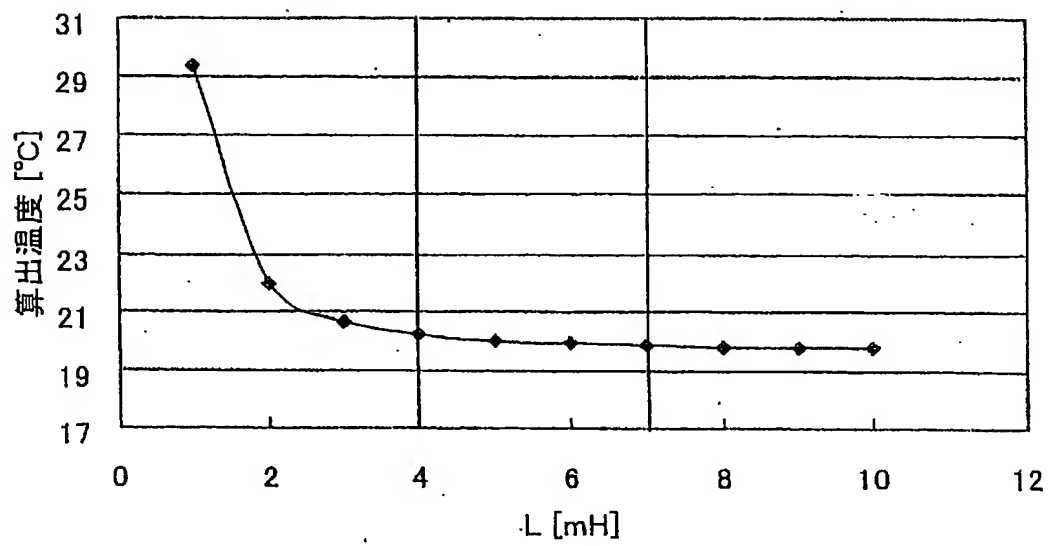
[図17]



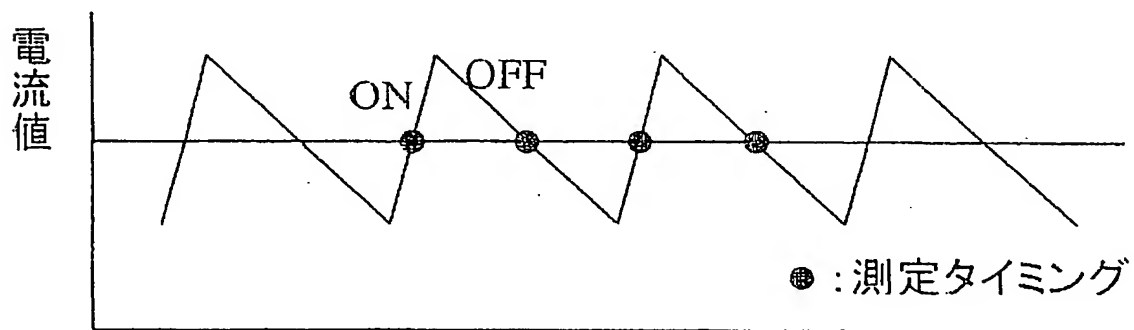
[図18]



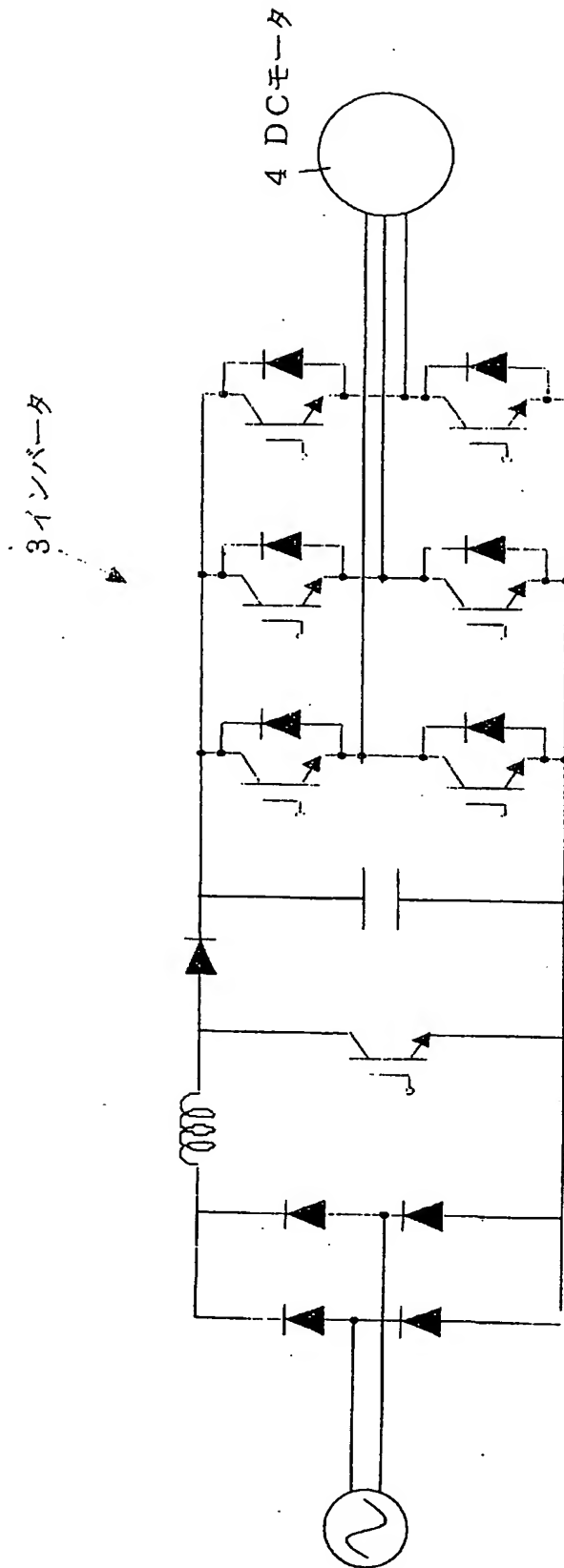
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015680

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H02P6/00, G01K7/00, F25B1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H02P6/00, G01K7/00, F25B1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 1-248927 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 04 October, 1989 (04.10.89), Page 2, lower left column, line 12 to lower right column, line 3 (Family: none)	1-28
Y	JP 2002-367307 A (Hitachi, Ltd.), 20 December, 2002 (20.12.02), Par. No. [0016] (Family: none)	1-28
Y	JP 2002-22813 A (Yaskawa Electric Corp.), 23 January, 2002 (23.01.02), Par. No. [0025]; Fig. 6 & WO 2002/006843 A1 & EP 1312932 A1 & CN 1441908 T	1-28

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 November, 2004 (25.11.04)Date of mailing of the international search report
14 December, 2004 (14.12.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015680

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-9589 A (Daikin Industries, Ltd.), 10 January, 2003 (10.01.03), (Family: none)	1-28

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P6/00, G01K7/00, F25B1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P6/00, G01K7/00, F25B1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP1-248927 A (アイシン精機株式会社) 04. 10. 1989、第2ページ左下欄第12行-右下欄3行 (ファミリーなし)	1-28
Y	JP2002-367307 A (株式会社日立製作所) 20. 12. 2002、段落【0016】 (ファミリーなし)	1-28
Y	JP2002-22813 A (株式会社安川電機) 23. 01. 2002、段落【0025】及び図6 & WO2002/006843A1 & EP1312932A1 & CN1441908T	1-28

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 11. 2004

国際調査報告の発送日

14.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川端 修

3V

3519

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP2003-9589 A (ダイキン工業株式会社) 10. 01. 2003 (ファミリーなし)	1-28